

Was ein Neuron zum „Schnellsprecher“ macht

Göttinger Wissenschaftler klären erstmals biophysikalische Vorgänge der blitzschnellen Reaktion



Heranrasender Ball: Die Neuronen sorgen dafür, dass der Torwart den Ball innerhalb einiger hundert Millisekunden wahrnimmt – und vielleicht hält.

MPIDS/Vetter

Innerhalb einer Tausendstel Sekunde können Neuronen in der Großhirnrinde winzige Änderungen des elektrischen Stroms erkennen, der sie von den umgebenden Nervenzellen erreicht, und reagieren. Wissenschaftler unter Leitung des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation (MPIDS) und vom Göttinger Bernstein Zentrum for Computational Neuroscience konnten nun erstmals klären, welche biophysikalischen Vorgänge diese blitzschnelle Reaktion ermöglichen. Ihre Rechnungen zeigen, dass die Zusammenarbeit bestimmter Proteine, so genannter Ionenkanäle, in der Zellmembran das einzelne Neuron zum „Schnellsprecher“ macht.

Vor Kurzem lieferten Forscher des MPIDS die erste experimentelle Bestätigung für eine ultraschnelle Signalübertragung im Gehirn. Sie konnten beweisen, dass das Miteinander bereits einiger tausend Neuronen das schnelle Wahrnehmen von Informationen ermöglicht. Beide Ergebnisse tragen nun dazu bei zu verstehen, wie es dem Gehirn gelingt, In-

formationen ultraschnell zu verarbeiten.

Komplexe optische Reize wie etwa eine Situation während eines Fußballspiels kann ein Mensch innerhalb einiger hundert Millisekunden wahrnehmen und einschätzen. Um diese Aufgabe zu bewältigen, müssen Millionen von Neuronen aus völlig verschiedenen und weit entfernten Bereichen des Gehirns zusammenarbeiten. Jede Nervenzelle empfängt dabei die elektrischen Signale von etwa 10 000 Nachbarn, wertet diese aus und leitet ein eigenes Signal weiter.

„Jeder einzelne Schritt muss deshalb sehr, sehr schnell ablaufen“, erklärt Prof. Fred Wolf vom MPIDS. Die neue Studie liefert einen völlig neuen Blick auf diese biophysikalischen Prozesse. Damit ein Neuron eine ankommende Information weiterleiten kann, muss es einen elektrischen Spannungsimpuls an seiner Zellmembran erzeugen. Doch wie gelingt es, den optimalen Zeitpunkt für diesen Spannungspuls so festzulegen? Den Schlüssel zu diesem Verhalten liefern bestimmte Proteine, sogenannte Kanal-

proteine oder Ionenkanäle, welche den Transport elektrisch geladener Teilchen wie Natriumionen durch die Zellmembran ermöglichen. „Damit die Zelle den Zeitpunkt für einen Spannungspuls so genau wie möglich auswählen kann, müssen sich schlagartig sehr viele Ionenkanäle öffnen“, erklärt Wolf. „Bisher hatten Wissenschaftler angenommen, dass dies wegen eines mangelnden Zusammenspiels zwischen den Proteinen nur begrenzt möglich ist“, ergänzt er.

Doch die neuen Ergebnisse zeigen, dass eine direkte Kopplung der Ionenkanäle diese Beschränkungen beseitigen kann. In seinen Rechnungen ging das Forscherteam, zu dem auch Wissenschaftler aus China und den USA gehören, davon aus, dass die Ionenkanäle gekoppelt sind: Lässt ein Ionenkanal Ionen passieren, erhöht dies die Wahrscheinlichkeit, dass die Nachbarkanäle dasselbe tun. „Auf diese Weise ergibt sich eine Art Lawine, welche die Spannung an der Zellmembran blitzschnell ansteigen lässt“, erklärt Dr. Min Huang, Wissenschaftlerin am State Labo-

ratory of Cognitive Neuroscience and Learning in Peking sowie Alumna der Göttinger Graduierten Schule GGNB. Dabei reicht es sogar aus, wenn nur 5 bis 15 Prozent der Ionenkanäle auf diese Weise zusammenarbeiten.

Insgesamt zeigte sich, dass die Neuronengruppen Signaländerungen innerhalb nur einer Tausendstel Sekunde wahrnehmen können. Zudem konnten die Wissenschaftler erstmals entschlüsseln, welchen Kommunikationsweg die Neuronen für ihr ultraschnelles Gespräch bevorzugen. „Das Signal, das die Neuronengruppe erfährt, besteht aus zwei Komponenten“, erklärt Dr. Tatjana Tchumatchenko vom MPIDS den Grundgedanken. Die vielen tausend elektrischen Einzelströme der Nachbarzellen nimmt die Gruppe als mittleren Strom wahr. Je nachdem, wie viele Zellen wie kommunizieren, fällt dieser stärker oder schwächer aus. Zusätzlich sind diesem Strom Fluktuationen überlagert.

„Bisher war unklar, welcher Teil des Signals für das blitzschnelle Reaktionsvermögen

der Neuronen verantwortlich ist“, so Wolf. „Wir wussten sozusagen nicht, in welcher Sprache die Neuronen miteinander sprechen.“ Im Experiment ließ sich nun diese „Sprache“ zweifelsfrei identifizieren. Denn eine sprunghafte Veränderung des mittleren Stroms erwies sich als deutlich empfindlicher – und somit verlässlicherer – Kommunikationsweg.

Zudem konnten die Wissenschaftler einen weiteren, entscheidenden Schlüssel zur ultraschnellen Kommunikation aufdecken: Teamwork. Bereits seit Jahren deuten theoretische Studien daraufhin, dass Neuronen in Gruppen schneller arbeiten als allein. Auch diese Vermutung ließ sich durch die Experimente der Gruppe bestätigen. Die Forscher variierten die Anzahl der Neuronen, die sie mit dem Eingangssignal ansprachen. Dabei zeigte sich, dass bereits einige tausend Nervenzellen gemeinsam die ultraschnelle Kommunikation bewältigen können. Kommen weitere Neuronen ins Spiel, wird der Informationsaustausch weder schneller noch verlässlicher. *jes/eb*

So erreichen Sie uns:

Magazin	0551
jes	Angela Brünjes (Ltg.) 901-752
pek	Peter Krüger-Lenz 901-735
chb	Christiane Böhm 901-753
	Fax 901-750
Mail	magazin@goettinger-tageblatt.de
	hochschule@goettinger-tageblatt.de